

<http://dx.doi.org/10.31800/jtp.kw.v9n2.p220--236>

EFEKTIVITAS PEMBELAJARAN GEOMETRI MOLEKUL MENGGUNAKAN MOBILE VIRTUAL REALITY (MVR) UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN VISUOSPASIAL

Effectiveness of Molecular Geometry Learning Using the Mobile Virtual Reality (MVR) to Support Visuospatial Skills

Ainun Nisa¹, Kusumawati Dwiningsih^{2*}

¹²Pendidikan Kimia, Universitas Negeri Surabaya
Jl. Ketintang, Surabaya 60231, Indonesia
Pos-el:kusumawatidwiningsih@unesa.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

Riwayat Artikel:

Diterima : 20 Mei 2021

Direvisi : 5 Agustus 2021

Disetujui : 13 Oktober 2021

Keywords:

Molecular geometry, mobile virtual reality, effectiveness, visuospatial skills.

Kata kunci:

Geometri molekul, mobile virtual reality, efektivitas, kemampuan visuospasial

ABSTRACT:

Chemistry is a branch of science that encourages various advances in various fields. However, the characteristics of chemistry which have complex concepts make it difficult for class X high school students to understand chemistry. Thus, the problem that is the focus of discussion in this study is how to overcome the low visuospatial skills of high school students in class X, so that students can understand complex concepts in chemistry. This study uses the research design and development of the 4D Thiaganrajan modified 3D Ibrahim method. This study aims to determine the effectiveness of Mobile Virtual Reality (MVR)-based molecular geometry learning media in improving visuospatial skills. The effectiveness of the MVR-based molecular geometry learning media is stated based on the interpretation of the N-Gain score. The results showed an increase in the percentage of correct answers on the posttest by 32.15% with a significance level ranging from 0.57-1 in the medium to high category. In this regard, the use of MVR-based molecular geometry learning media is said to be effective because it can improve students' visuospatial skills. That is, MVR-based molecular geometry learning media can help students to comprehensively represent molecular geometry sub-materials.

ABSTRAK:

Kimia merupakan salah satu cabang ilmu pengetahuan yang mendorong berbagai kemajuan di berbagai bidang. Namun, karakteristik ilmu kimia yang memiliki konsep kompleks membuat peserta didik SMA kelas X sulit memahami ilmu kimia. Dengan demikian, masalah yang menjadi fokus pembahasan di dalam penelitian ini adalah Bagaimana cara mengatasi *visuospatial skills* peserta didik SMA kelas X yang tergolong rendah, agar peserta didik mampu memahami konsep kompleks dalam ilmu kimia. Penelitian ini menggunakan desain penelitian dan pengembangan metode 4D Thiagarajan modifikasi 3D Ibrahim. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas media pembelajaran geometri molekul berbasis *Mobile Virtual Reality (MVR)* dalam meningkatkan *visuospatial skills*. Efektivitas media pembelajaran geometri molekul berbasis *MVR* dinyatakan berdasarkan interpretasi skor *N-Gain*. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan persentase jawaban benar pada *posttest* sebesar 32,15% dengan tingkat signifikansi berkisar antara 0,57-1 pada kategori sedang sampai dengan tinggi. Dalam kaitan ini, pemanfaatan media pembelajaran geometri molekul berbasis *MVR* dikatakan efektif karena dapat meningkatkan *visuospatial skills* peserta didik. Artinya, media pembelajaran geometri molekul berbasis *MVR* dapat membantu peserta didik untuk merepresentasikan submateri geometri molekul secara komprehensif.

PENDAHULUAN

Peran ilmu pengetahuan dalam kehidupan sehari-hari mendorong munculnya berbagai pemahaman baru yang berkembang secara dinamis dan kontekstual (Philip &

Azevedo, 2017). Pemahaman baru di berbagai cabang ilmu pengetahuan diperlukan untuk mendukung perkembangan zaman. Oleh karena itu, peran tersebut penting untuk dipahami di sekolah. Ilmu Kimia

merupakan salah satu cabang ilmu pengetahuan yang mendorong berbagai kemajuan di berbagai bidang seperti kedokteran, pertanian, bioteknologi, dan farmasi yang memiliki manfaat besar bagi kehidupan sehari-hari (Mihindo et al., 2017). Ilmu kimia bukan hanya mempelajari tentang menghafal fakta, tetapi juga menganalisis dan memahami sebuah fenomena (Koleżyński, 2011; Pendás et al., 2019). Untuk mempelajari ilmu kimia, peserta didik dituntut untuk bisa menghubungkan sifat makroskopik (karakteristik zat) dengan struktur pada masolevel (kelompok molekul) dan mikro level (tingkat atom) (Nurviandy et al., 2020; Visser et al., 2018). Pemahaman tentang konsep yang kompleks tersebut membuat peserta didik merasa sulit untuk menguasai ilmu kimia.

Kesulitan pemahaman terhadap konsep kompleks disebabkan oleh adanya konsep ilmu kimia yang tidak teramati indera seperti pada masolevel dan mikrolevel (Okumuş et al., 2020; Slapničar et al., 2018). Representasi masolevel dan mikrolevel dipelajari pada konsep dasar ilmu kimia, di mana konsep tersebut penting sebagai landasan untuk memahami ilmu kimia. Konsep dasar seperti struktur atom, ikatan kimia, stoikiometri, hidrokarbon, dan reaksi redoks merupakan topik yang mem-

butuhkan pemahaman lebih (Samon & Levy, 2020). Peserta didik dituntut untuk memiliki representasi makroskopik, submikroskopik, dan simbolik yang baik saat memahami konsep dasar seperti ikatan kimia (Berg et al., 2019; Slapničar et al., 2018; Visser et al., 2018). Kemampuan representasi tersebut mengubah fenomena nyata menjadi simbol, tanda, dan grafik sehingga peserta didik dapat mengamati dengan jelas struktur atom, molekul, atau senyawa.

Submateri ikatan kimia seperti geometri molekul membutuhkan kemampuan representasi tiga level seperti yang sudah disebutkan. Untuk mempermudah pemahaman ketiga level representasi tersebut dibutuhkan visualisasi dalam proses pembelajaran (Berg et al., 2019; Bernholt et al., 2019). Visualisasi mampu mempermudah peserta didik memahami materi pelajaran dengan jelas dibandingkan dengan hanya membayangkannya saja. Hal tersebut didukung oleh penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa pada masalah representasi mikrolevel seperti geometri molekul dapat diatasi dengan visualisasi geometri molekul sederhana (Berg et al., 2019; Uygan & Kurtuluş, 2016). Namun dari hasil survei sebelumnya, mayoritas peserta didik mengaku

masih sulit memvisualisasikan geometri molekul.

Pemahaman akan materi dasar geometri molekul memerlukan daya bayang ruang dan visualisasi representasi molekul. Akibatnya, peserta didik masih sulit memahaminya (Bernholt et al., 2019; Dwiningsih, Sukarmin, Muchlis, & Rahma, 2018). Buktinya di Indonesia, persentase jawaban benar pada UN SMA tahun 2019 untuk mata pelajaran kimia sebesar 50,99%. Hasil ini masih menunjukkan bahwa persentase tersebut masih di bawah kriteria minimum yakni 55% khususnya pada submateri geometri molekul. Hanya 49,14% peserta didik yang dapat menjawab pertanyaan secara benar yang berarti masih jauh dari kriteria ketuntasan minimal.

Berdasarkan hasil wawancara dengan guru bahwa selama pembelajaran, guru menggunakan metode ceramah yang didukung oleh media presentasi *powerpoint* (.ppt) atau sesekali menggunakan *molimod*. Kondisi yang demikian ini belum mampu merepresentasikan fenomena submikroskopis pada geometri molekul sehingga peserta didik masih sulit memahami materinya. Penyajian materi pelajaran yang sedemikian ini mengakibatkan menurunnya motivasi belajar peserta didik. Hal tersebut

didukung hasil penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa submateri geometri molekul membutuhkan representasi submikroskopis sehingga peserta didik tidak merasa sulit untuk menguasainya (Antonoglou et al., 2014; Harle & Towns, 2011).

Karakteristik guru era *society* 5.0 harus mampu membentuk peserta didik elit intelektual yang tinggi dengan memilih model pendekatan yang sesuai (Sudibjo et al., 2019). Sedangkan untuk peserta didik, mereka harus memiliki karakteristik keterampilan abad 21 untuk membantu jalannya proses pembelajaran yakni dengan memiliki unsur melek perkembangan teknologi dan informasi (Savaneviciene et al., 2019). Artinya, guru dan peserta didik sama-sama memiliki peluang yang sangat besar dalam memanfaatkan perkembangan teknologi untuk proses pembelajaran.

Mobile Virtual Reality (MVR) merupakan salah satu media pembelajaran yang banyak dikembangkan negara maju. MVR adalah teknologi *Virtual Reality* (VR) yang dijalankan menggunakan *smartphone* yang mampu menggabungkan visualisasi 3D 360° dengan realitas nyata (Fung et al., 2019; Saker & Frith, 2019). MVR dapat meningkatkan

motivasi belajar peserta didik dengan unsur pembelajaran bermakna karena memanfaatkan teknologi baru (Tuvi-Arad & Blonder, 2019). Selain itu, *MVR* juga berpotensi untuk meningkatkan kemampuan visuospatial peserta didik di mana pada pembelajaran kimia juga diperlukan kemampuan visuospatial (Al-Balushi et al., 2017; Harle & Towns, 2011; Reilly et al., 2016). Kemampuan visuospatial meliputi 3 aspek, yakni: visualisasi, rotasi, dan orientasi spasial yang mendukung prestasi di bidang *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) (Khine, 2016).

MVR sebagai media pembelajaran yang menyajikan realitas geometri molekul 3D yang dapat diputar 360° sehingga mampu merepresentasikan mikroskopislevel dan simbolik serta dapat meningkatkan kemampuan visuospatial (Coutrot et al., 2018; Zhang & Ho, 2017). *MVR* didesain sedemikian rupa sehingga lebih mudah digunakan dan tidak membutuhkan biaya yang mahal dibandingkan dengan *VR*. Oleh karena itu, pemanfaatan *MVR* cukup terjangkau untuk digunakan sebagai media pembelajaran (Li & Gao, 2018).

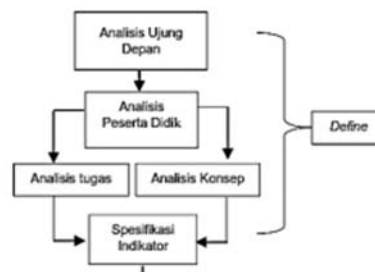
MVR dapat diartikan sebagai aplikasi pada *smartphone*. Aplikasi ini dilengkapi dengan materi pem-

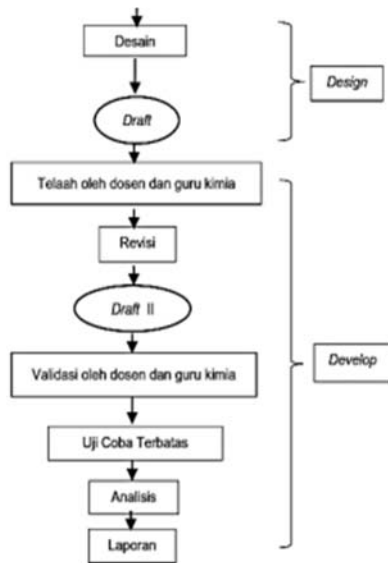
belajaran, audio, visual, dan audio-visual. *MVR* dapat meng-hubungkan realitas maya dengan realitas nyata. Oleh karena itu, objek mampu berinteraksi dengan pengguna secara langsung sehingga dapat memvisualisasikan materi geometri molekul dengan jelas.

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan, peneliti tertarik untuk mengembangkan media belajar tentang submateri geometri molekul berbasis *MVR*. Tujuannya adalah untuk meningkatkan kemampuan visual spasial peserta didik melalui representasi geometri molekul secara komprehensif.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian pengembangan 4D Thiaganrajan dengan modifikasi 3D dari Ibrahim (Ibrahim, 2014). Model pengembangan ini meliputi tahapan *define, design, dan develop* sebagaimana yang disajikan pada Gambar 1 berikut ini.





Gambar 1: Model Pengembangan 4D Thiaganrajan Modifikasi 3D
Sumber: Ibrahim, 2014

Diagram alur di atas menjelaskan tiga tahapan model Thiaganrajan yang telah dimodifikasi (Ibrahim, 2014).

- 1) Fase 1: *Define*. Fase pertama dalam metode penelitian ini digunakan untuk memahami dan menentukan kebutuhan dalam proses pembelajaran. Ada empat tahapan analisis dalam fase ini, yaitu analisis ujung depan, analisis peserta didik, analisis tugas, dan analisis konseptual. Hasil analisis akan memengaruhi proses penetapan tujuan pembelajaran sesuai kebutuhan peserta didik dalam proses pembelajaran.
- 2) Fase 2: *Design*. Fase kedua adalah tahapan perancangan media yang sesuai dengan tujuan yang sudah dirumuskan pada fase pertama.

Pada fase ini, terdapat empat tahap yang harus diselesaikan, yaitu: pembuatan tes, pemilihan media, pemilihan format, dan pembuatan media. Hasil dari tahap ini adalah berupa draf atau konsep media awal yang akan diuji validitasnya oleh para ahli (media dan materi) untuk mengetahui kelayakannya sebagai media pembelajaran (Darma & Putra, 2020).

- 3) Fase 3: *Develop*. Fase terakhir ini digunakan untuk mengembangkan media yang relevan dengan tujuan pembelajaran. Fase ini terdiri dari beberapa tahapan, yakni: penilaian para ahli atau validasi media yang akan dikembangkan.

Desain uji coba yang digunakan pada penelitian ini adalah *one group pretest posttest* (Sugiyono, 2016). Peningkatan hasil belajar dapat diukur dari skor *pretest* dan *posttest* dengan interpretasi skor *N-gain* (De Cock, 2012). Sebelum hasil nilai *pretest* dan *posttest* dihitung dengan rumus *N-gain*, maka data nilai peserta didik diuji normalitasnya terlebih dahulu. Tujuannya adalah untuk mengetahui apakah data yang diperoleh telah terdistribusi normal atau tidak. Normalitas data dari

nilai *pretest* dan *posttest* di uji menggunakan *software* SPSS versi 23.0 dengan uji *Shapiro-Wilk* pada taraf signifikan $\alpha = 0,05$. Hipotesis uji normalitas dirumuskan sebagai berikut ini.

H₀: Data berdistribusi normal.

H₁: Data tidak berdistribusi normal.

Kriteria pengujian didasarkan pada *Sig.* sebagai berikut ini.

Jika $Sig. < \alpha$ dengan $\alpha = 0,05$, maka H₀ ditolak. Jika $Sig. > \alpha$ dengan $\alpha = 0,05$, maka H₀ diterima.

Adanya perbedaan yang signifikan dapat diketahui ketika memiliki nilai rata-rata (mean) > 0. Perhitungan *N-gain* dapat menggunakan rumus:

$$\langle g \rangle = \frac{S_{post} - S_{pre}}{S_{max} - S_{pre}}$$

Dengan $\langle g \rangle =$ nilai *gain*, $S_{post} =$ nilai *posttest*, $S_{pre} =$ nilai *pretest*, $S_{max} =$ nilai maksimal (De Cock, 2012).

Kemudian skor yang didapatkan dapat diinterpretasikan ke dalam beberapa kategori seperti pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1: Interpretasi Skor N-gain

Skor N-gain $\langle g \rangle$	Kategori
$g \geq 0,7$	Tinggi
$0,7 > g \geq 0,3$	Sedang
$g < 0,3$	Kurang

Sumber: De Cock, 2012

Media pembelajaran geometri molekul berbasis *MVR* dinyatakan efektif jika nilai hasil belajar peserta didik mengalami peningkatan berdasarkan kriteria $N-gain \geq 0,7$ dengan kriteria peningkatan tinggi atau $0,7 > g \geq 0,3$ dengan kriteria sedang (Wuttiptom et al., 2017).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Media pembelajaran geometri molekul berbasis *MVR* adalah media pembelajaran dengan format *.apk* yang dapat diunduh dengan ukuran 34 MB pada *smartphone* dengan tipe 4.0 ke atas secara *offline*. Media pembelajaran ini menyuguhkan materi pembelajaran geometri molekul dengan fitur *virtual reality* yang mampu memvisualisasikan molekul dalam representasi mikroskopis, merotasi molekul 360° secara nyata, dan dilengkapi soal untuk melatih kemampuan visuospasial (Debarba et al., 2020; Zhou et al., 2020). Media ini menampilkan 7 sub menu mulai dari author dan materi yang berisi pendahuluan dan teori *VSEPR* atau hibridasi, video pembelajaran yang menampilkan bentuk 3D molekul sesuai materi, soal-soal latihan, dan bantuan.

Keefektifan media pembelajaran geometri molekul berbasis *MVR* pada penelitian ini dilihat dari hasil *pretest*

dan *posttest* geometri molekul yang memuat aspek *visuospatial skills*. Instrumen yang digunakan pada penelitian ini adalah lembar *pretest* dan *posttest* tentang materi geometri molekul dengan meninjau aspek visuospasial untuk mengukur keefektifan. Selain itu, instrumen ini telah divalidasi ahli dan mendapatkan kategori valid; demikian juga dengan aspek media yang mendapatkan kategori sangat valid. Indikator *visuospasial* yang digunakan sebagai acuan pada lembar *pretest* dan *posttest* terdiri dari tiga aspek yakni visualisasi, rotasi mental, dan orientasi spasial (Evidiasari et al., 2019).

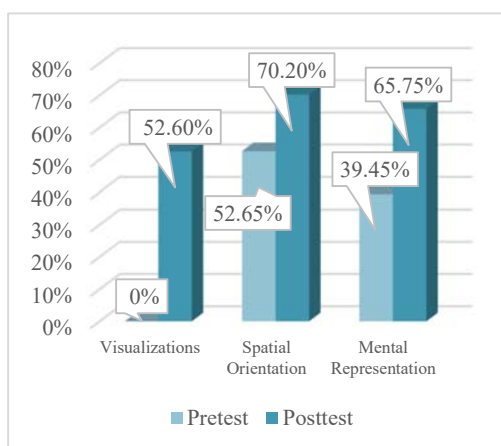
Sebelum mengolah data yang didapatkan dari hasil *pretest* dan *posttest* dengan skor *N-gain*, data hasil test diuji untuk mengetahui data tersebut terdistribusi normal atau tidak. Data terdistribusi normal merupakan ketentuan analisis parametrik dengan penggunaan skor *N-gain* (Santoso, 2019). Pertama, data hasil penelitian ini akan diuji dengan uji normalisasi *Shapiro-Wilk*, di mana data terdistribusi normal jika taraf $Sig. > \alpha$. Data hasil uji normalitas *Shapiro-Wilk* pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2: Uji Normalitas *Shapiro-Wilk*

	<i>Visuospatial Skills</i>	<i>Shapiro-Wilk</i>		
		Statistik	Df	Sig.
<i>Pretest</i>	<i>Pretest</i>	0.909	12	0,290
<i>Posttest</i>	<i>Posttest</i>	0.882	12	0.094

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Berdasarkan hasil uji normalitas *Shapiro-Wilk* didapatkan hasil taraf $Sig. > \alpha$, maka H_0 diterima. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa data hasil *pretest* dan *posttest* terdistribusi normal. Selanjutnya adalah menentukan *score N-gain* yang kemudian diinterpretasikan untuk mengetahui peningkatan hasil belajar yang merupakan indikator keefektifan media yang dikembangkan (Akker et al., 2013). Hasil dari interpretasi *score N-gain* diketahui bahwa *pretest* dan *posttest* kemampuan visuospasial memiliki *score* rata-rata *N-gain* sebesar 0,77 dengan rentang kategori tinggi. Hal tersebut menunjukkan adanya peningkatan kemampuan visuospasial setelah menggunakan *MVR* geometri molekul. Persentase peningkatan sesuai dengan 3 aspek kemampuan visuospasial, yaitu yang meliputi visualisasi, rotasi mental, dan orientasi spasial dapat dilihat pada Gambar 2 berikut ini.



Gambar 2: Grafik Peningkatan Kemampuan Visuospasial Peserta Didik di setiap Aspek
 Sumber: Hasil Pengolahan Data

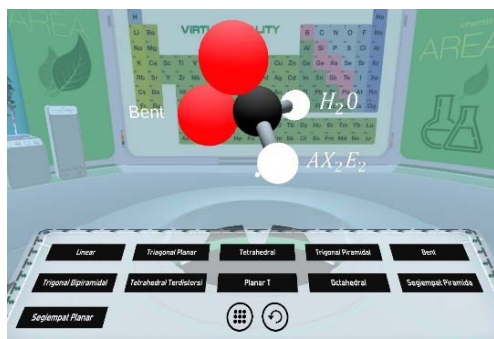
Berdasarkan Gambar 2, di dapatatkan persentase peningkatan rata-rata kemampuan visuospasial sebesar 32,15% dengan perolehan nilai rata-rata *posttest* sebesar 85,2 dengan kategori di atas *score* minimum yakni 70 dalam syarat menguasai tes kemampuan visuospasial (Setiani & Rafianti, 2018). Penggunaan *MVR* merupakan solusi yang tepat untuk memahami submateri kimia dasar seperti geometri molekul. Selain itu, pemanfaatan *MVR* dapat meningkatkan motivasi belajar peserta didik dan dapat menjadikan pengalaman bermakna di dalam proses pembelajaran geometri molekul sehingga dapat tertancup pada memori jangka panjang (Huang & Liaw, 2018; Keengwe, 2018; Meyer et al., 2019).

Pertama, aspek visualisasi terdapat pada soal tes nomor 1, 2, dan 3 yang mencakup pembahasan mengenai

komponen *spatial-figural* seperti gerakan atau perpindahan bagian dari gambar dan lebih kompleks dari hubungan atau tugas orientasi (Harle & Towns, 2011). Pada aspek ini, didapatkan persentase jawaban benar sebesar 0% pada *pretest* yang dilakukan sebelum penggunaan media geometri molekul berbasis *MVR*. Hal ini menandakan bahwa kemampuan visuospasial peserta didik pada aspek visualisasi termasuk kategori rendah, dikarenakan tidak ada peserta didik yang menjawab benar pada soal nomor 1, 2, dan 3 yang mengandung aspek visualisasi molekul. Padahal menurut penelitian sebelumnya aspek visualisasi diperlukan dalam memahami materi kimia dasar seperti submateri geometri molekul, agar tidak memiliki beban kognitif (Dwiningsih, Sukarmin, Muchlis, & Rahma, 2018; Tuvi-Arad & Blonder, 2019; Uygan & Kurtuluş, 2016).

Kemampuan visualisasi dapat digunakan untuk menjelaskan fenomena kimia pada tingkat mikroskopis yakni molekuler dan struktural yang tidak dapat dilihat oleh panca indera secara langsung. Namun setelah penggunaan media pembelajaran geometri molekul berbasis *MVR* didapatkan peningkatan persentase jawaban benar pada nomor 1, 2, dan 3 saat *posttest* dari 0% menjadi 52,60%.

Pembelajaran mengenai *visuospasial skills* terdapat pada menu video pembelajaran dan soal latihan di dalam media geometri molekul berbasis MVR di mana dapat dilihat pada Gambar 3 berikut.



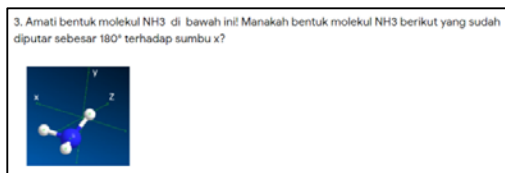
Gambar 3: Tampilan Menu Video Pembelajaran
Sumber: Dokumen Pribadi

Berdasarkan Gambar 3, terdapat sebelas model geometri molekul 3D pada tampilan media. Peserta didik dapat merotasikan geometri molekul 360° dengan fitur realitas MVR untuk memahami visual molekul sesuai dengan teori VSEPR dan Hibridasi. Menu tersebut juga dilengkapi dengan contoh senyawa, jenis geometri molekul dan rumus struktur; tujuannya adalah agar peserta didik dapat lebih mudah memahami materi geometri molekul.

Aspek visualisasi merupakan aspek tertinggi yang harus dimiliki dalam meningkatkan kemampuan visuospasial. Kesulitan untuk memvisualisasikan suatu gambar akan membuat individu mengasumsikan geometri molekul yang tidak sesuai

dengan rumus kimia. Selain itu, berdasarkan penelitian sebelumnya, kesalahan pada proses visualisasi geometri molekul menyebabkan kesalahan yang sama pada topik materi pelajaran kimia lainnya karena geometri molekul merupakan materi dasar yang memiliki kontribusi tinggi pada ilmu kimia (Erlina et al., 2018; Tamami & Dwiningsih, 2020; Tsaparlis et al., 2018).

Kedua, aspek orientasi spasial terdapat pada soal tes nomor 4, 5, dan 6 yang membahas tentang kemampuan membayangkan bagaimana suatu objek jika dilihat dari perspektif yang berbeda dengan melakukan reorientasi pengamat (Harle & Towns, 2011). Pada aspek ini, didapatkan persentase jawaban benar saat *posttest*, yaitu dari 52,65% menjadi 70,2% (mengalami peningkatan 17,55%). Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan media geometri molekul berbasis MVR pada topik konformasi dan isomerisasi geometri serta animasi pada topik kekiralitas yang terdapat pada menu latihan soal mampu meningkatkan kemampuan visuospasial aspek orientasi spasial (Dwiningsih, Sukarmin, Muchlis, & Kartika Maharani, 2018). Tampilan soal tes mengenai aspek orientasi spasial dapat dilihat pada Gambar 4 berikut ini.

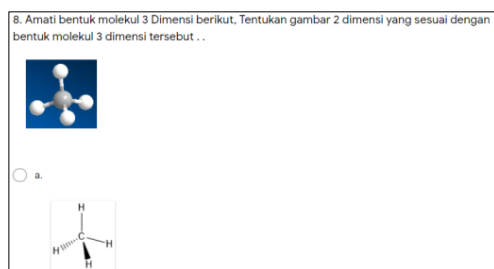


Gambar 4: Tampilan Soal Tes pada Aspek Orientasi Spasial

Sumber: Dokumen Pribadi

Pada Gambar 4 dapat dilihat bahwa peserta didik harus memiliki kemampuan membayangkan suatu objek jika dilihat dari perspektif yang berbeda. Kemampuan orientasi spasial pada materi geometri molekul pada bidang simetris dapat mempermudah peserta didik memahami hubungan kekiralan, polarisasi molekul, dan stereokimia yang dapat mempengaruhi, baik sifat fisika maupun kimia suatu molekul (Harle & Towns, 2011; Tuvi-Arad & Blonder, 2019).

Terakhir, aspek rotasi mental terdapat pada soal tes nomor 7 dan 8 yang membahas tentang tugas rotasi suatu objek, baik di bidang 2D maupun 3D (Evidiasari et al., 2019; Harle & Towns, 2011). Aspek rotasi mental dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Tampilan Soal Tes Aspek Rotasi Mental

Sumber: Dokumen Pribadi

Pada aspek rotasi mental, didapatkan persentase peningkatan hasil tes dari 39,45% menjadi 65,75% sehingga mengalami peningkatan sebesar 26,3%. Hasil tersebut membuktikan bahwa penggunaan media geometri molekul berbasis *MVR* dapat meningkatkan kemampuan visuo-spasial. Aspek rotasi mental merupakan aspek yang diperlukan untuk mempermudah visualisasi bentuk 2D menjadi 3D sehingga peserta didik mampu merotasi geometri molekul dengan sudut dan bentuk yang akurat dengan media konvensional seperti *MVR*. Selain itu, penggunaan media *MVR* dapat meningkatkan kemampuan peserta didik untuk menerjemahkan geometri molekul pada materi kimia lainya seperti kimia organik yang membutuhkan penerjemah bentuk molekul yang kompleks (Harle & Towns, 2011). Berdasarkan ketiga aspek yang telah dibahas tampaknya adanya peningkatan hasil belajar pada nilai *posttest* yang mengindikasikan adanya hubungan antara peningkatan kemampuan visuo-spasial dengan pemanfaatan media geometri molekul berbasis *MVR*. Hal tersebut juga didukung oleh beberapa hasil penelitian sebelumnya bahwa kemampuan visuospasial juga memengaruhi prestasi di bidang STEM dan meningkatkan pemaham-

an komprehensif pada fenomena molekular (Paes et al., n.d.; Ryoo et al., 2018; Stieff et al., 2020).

SIMPULAN

Pemanfaatan media pembelajaran geometri molekul berbasis MVR dinilai efektif karena dapat meningkatkan kemampuan visuo-spasial yang dibuktikan dengan adanya peningkatan hasil belajar. Media pembelajaran ini juga dapat membantu merepresentasikan sub-materi geometri molekul secara komprehensif.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini didukung oleh Program Studi S1 Pendidikan Kimia, Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya, Indonesia.

PUSTAKA ACUAN

Akker, J. Van Den, Bannan, B., Kelly, A. E., Niveen, N., & Polmp, T. (2013). Educational design research. In T. Plomp & N. Nieveen (Eds.), *Educational Design Research* (pp. 29–35). https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3185-5_11

Al-Balushi, S. M., Al-Musawi, A. S., Ambusaidi, A. K., & Al-Hajri, F. H. (2017). The Effectiveness of Interacting with Scientific Animations in Chemistry Using

Mobile Devices on Grade 12 Students' Spatial Ability and Scientific Reasoning Skills. *Journal of Science Education and Technology*, 26(1), 70–81. <https://doi.org/10.1007/s10956-016-9652-2>

Antonoglou, L. D., Kostelidou, T. N., Charistos, N. D., & Sigalas, M. P. (2014). Investigating Chemistry Students' Skills to Mentally Manipulate (Rotation & Reflection) 2D Symbolic Molecular Representations. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 152, 517–522. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.09.208>

Berg, A., Orraryd, D., Pettersson, A. J., & Hultén, M. (2019). Representational challenges in animated chemistry: self-generated animations as a means to encourage students' reflections on sub-micro processes in laboratory exercises. *Chemistry Education Research and Practice*, 20(4), 710–737. <https://doi.org/10.1039/c8rp00288f>

Bernholt, S., Broman, K., Siebert, S., & Parchmann, I. (2019). Digitising Teaching and Learning – Additional Perspectives for Chemistry Education. *Israel Journal of Chemistry*, 59(6), 554–564. <https://doi.org/10.1002/ijch.201800090>

Coutrot, A., Schmidt, S., Coutrot, L., Pittman, J., Hong, L., Wiener, J. M., Hölscher, C., Dalton, R. C., Hornberger, M., & Spiers, H. J. (2018). Virtual navigation tested on a mobile app is predictive of

- real-world wayfinding navigation performance. *BioRxiv*, 1–16. <https://doi.org/10.1101/305433>
- De Cock, M. (2012). Representation use and strategy choice in physics problem solving. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 8(2), 1–15. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.8.020117>
- Debarba, H. G., Montagud, M., Chagué, S., Lajara, J., Lacosta, I., Langa, S. F., & Charbonnier, C. (2020). Content format and quality of experience in virtual reality. In *arXiv*. <https://arxiv.org/abs/2008.04511>
- Dwiningsih, K., Sukarmin, Nf., Muchlis, Nf., & Rahma, P. T. (2018). Pengembangan Media Pembelajaran Kimia Menggunakan Media Laboratorium Virtual Berdasarkan Paradigma Pembelajaran Di Era Global. *Kwangsan: Jurnal Teknologi Pendidikan*, 6(2), 156–176. <https://doi.org/10.31800/jtp.kw.v6n2.p156--176>
- Dwiningsih, K., Sukarmin, S., Muchlis, M., & Kartika Maharani, D. (2018). *Development of Virtual Laboratory Inorganic Chemistry of Main Elements Based on Blended Learning Using Pogil Strategy*. 177–184. <https://doi.org/10.2991/snk-18.2018.42>
- Erlina, Cane, C., & Williams, D. P. (2018). Prediction! the VSEPR Game: Using Cards and Molecular Model Building to Actively Enhance Students' Understanding of Molecular Geometry. *Journal of Chemical Education*, 95(6), 991–995. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.7b00687>
- Evidiasari, S., Subanji, S., & Irawati, S. (2019). Students' Spatial Reasoning in Solving Geometrical Transformation Problems. *Indonesian Journal on Learning and Advanced Education (IJOLAE)*, 1(2), 38–51. <https://doi.org/10.23917/ijolae.v1i2.8703>
- Fung, F. M., Choo, W. Y., Ardisara, A., Zimmermann, C. D., Watts, S., Koscielniak, T., Blanc, E., Coumoul, X., & Dumke, R. (2019). Applying a Virtual Reality Platform in Environmental Chemistry Education to Conduct a Field Trip to an Overseas Site. *Journal of Chemical Education*, 96(2), 382–386. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00728>
- Harle, M., & Towns, M. (2011). A review of spatial ability literature, its connection to chemistry, and implications for instruction. In *Journal of Chemical Education* (Vol. 88, Issue 3, pp. 351–360). <https://doi.org/10.1021/ed900003n>
- Huang, H. M., & Liaw, S. S. (2018). An analysis of learners' intentions toward virtual reality learning based on constructivist and technology acceptance approaches. *International Review of Research in Open and Distance Learning*, 19(1), 91–115. <https://doi.org/10.19173/irrodl.v19i1.2503>

- Ibrahim, M. (2014). *Ibrahim: Model Pengembangan Perangkat Pembelajaran*. PSMS-PPS UNESA.
- Keengwe, J. (2018). *Handbook of Mindfulness in Education: Vol. Advances i* (J. Keengwe (ed.)). IGI Global. <https://doi.org/10.1007/978-1-4939-3506-2>
- Khine, M. S. (2016). Visual-spatial ability in STEM education: Transforming research into practice. *Visual-Spatial Ability in STEM Education: Transforming Research into Practice*, October, 1–263. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-44385-0>
- Koleżyński, A. (2011). The concepts of an atom and chemical bond in physics and chemistry: the role of approximations. *Semina Scientiarum*, 10(0), 31. <https://doi.org/10.15633/ss.1555>
- Li, Y., & Gao, W. (2018). MUVR: Supporting multi-user mobile virtual reality with resource constrained edge cloud. *Proceedings - 2018 3rd ACM/IEEE Symposium on Edge Computing, SEC 2018*, 1–16. <https://doi.org/10.1109/SEC.2018.00008>
- Meyer, O. A., Omdahl, M. K., & Makransky, G. (2019). Investigating the effect of pre-training when learning through immersive virtual reality and video: A media and methods experiment. *Computers and Education*, 140 (December 2018), 103603. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103603>
- Mihindo, W. J., Wachanga, S. W., & Anditi, Z. O. (2017). Effects of Computer-Based Simulations Teaching Approach on Students' Achievement in the Learning of Chemistry among Secondary School Students in Nakuru Sub County, Kenya. *Journal of Education and Practice*, 8(5), 65–75.
- Nurviandy, I., Dwiningsih, K., Habibi, A. R., & Akbar, A. F. (2020). *Validity of Interactive Multimedia with 3D Visualization to Practice the Spatial Visual Intelligence of Class X High School Students on Metallic Bonding Materials*. 196–200. <https://doi.org/10.2991/snk-19.2019.33>
- Okumuş, S., Özdilek, Z., & Arslan, A. (2020). The Effect of Cooperative Learning Methods and Individual Learning Method on Pre-Service Science Teachers' Sub-Micro Level Conceptual Understanding at Equilibrium Chemistry. *Educational Policy Analysis and Strategic Research*, 15(3), 394–425. <https://doi.org/10.29329/epasr.2020.270.19>
- Paes, D., Arantes, E., Konstruksi, J. I.-O. dalam, & 2017, undefined. (n.d.). Lingkungan imersif untuk meningkatkan pemahaman model 3D arsitektural: Membandingkan persepsi spasial pengguna antara virtual yang imersif dan tradisional.... Elsevier. Retrieved May 18, 2021, from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580517308361>

- Pendás, A. M., Casals-Sainz, J. L., & Francisco, E. (2019). On Electrostatics, Covalency, and Chemical Dashes: Physical Interactions versus Chemical Bonds. *Chemistry - A European Journal*, 25(1), 309–314. <https://doi.org/10.1002/chem.201804160>
- Philip, T. M., & Azevedo, F. S. (2017). Everyday science learning and equity: Mapping the contested terrain. *Science Education*, 101(4), 526–532. <https://doi.org/10.1002/sce.21286>
- Reilly, D., Neumann, D. L., & Andrews, G. (2016). Gender differences in spatial ability: Implications for STEM education and approaches to reducing the gender gap for parents and educators. In *Visual-spatial Ability in STEM Education: Transforming Research into Practice* (pp. 195–224). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-44385-0_10
- Ryoo, K., Bedell, K., & Swearingen, A. (2018). Promoting Linguistically Diverse Students' Short-Term and Long-Term Understanding of Chemical Phenomena Using Visualizations. *Journal of Science Education and Technology*, 27(6), 508–522. <https://doi.org/10.1007/s10956-018-9739-z>
- Saker, M., & Frith, J. (2019). From hybrid space to dislocated space: Mobile virtual reality and a third stage of mobile media theory. *New Media and Society*, 21(1), 214–228. <https://doi.org/10.1177/146144818792407>
- Samon, S., & Levy, S. T. (2020). Interactions between reasoning about complex systems and conceptual understanding in learning chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 57(1), 58–86. <https://doi.org/10.1002/tea.21585>
- Santoso, S. (2019). *Mahir Statistik Parametrik* (pp. 89–98). PT Elex Media Komputindo.
- Savaneviciene, A., Statnicke, G., & Vaitkevicius, S. (2019). Individual innovativeness of different generations in the context of the forthcoming society 5.0 in Lithuania. *Engineering Economics*, 30(2), 211–222. <https://doi.org/10.5755/j01.ee.30.2.22760>
- Setiani, Y., & Rafianti, D. I. (2018). Pengaruh Tingkat Kecerdasan Visual-Spasial terhadap Literasi Kuantitatif Mahasiswa Calon Guru Matematika. *Pengaruh Tingkat Kecerdasan Visual-Spasial Terhadap Literasi Kuantitatif Mahasiswa Calon Guru Matematika*, 9(1), 38–46. <https://doi.org/10.15294/kreano.v9i1.12258.g7946>
- Slapničar, M., Tompa, V., Glažar, S. A., & Devetak, I. (2018). Fourteen-year-old students' misconceptions regarding the sub-micro and symbolic levels of specific chemical concepts. *Journal of Baltic Science Education*, 17(4), 620–632. <https://doi.org/10.33225/jbse/18.17.620>

- Stieff, M., Werner, S., DeSutter, D., Franconeri, S., & Hegarty, M. (2020). Visual chunking as a strategy for spatial thinking in STEM. *Cognitive Research: Principles and Implications*, 5(1). <https://doi.org/10.1186/s41235-020-00217-6>
- Sudibjo, N., Idawati, L., & Harsanti, H. R. (2019). Characteristics of Learning in the 5.0, of Industry 4.0 and Society. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, 372(ICoET), 276–278.
- Sugiyono. (2016). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Tamami, A. A., & Dwiningsih, K. (2020). 3-Dimensions Of Interactive Multimedia Validity To Increase Visual-Spatial Intelligence In Molecular Geometry. In *Jurnal Kependidikan: Penelitian Inovasi Pembelajaran* (Vol. 4, Issue 2). <https://doi.org/10.21831/jk.v4i2.31222>
- Tsaparlis, G., Pappa, E. T., & Byers, B. (2018). Teaching and learning chemical bonding: Research-based evidence for misconceptions and conceptual difficulties experienced by students in upper secondary schools and the effect of an enriched text. *Chemistry Education Research and Practice*, 19(4), 1253–1269. <https://doi.org/10.1039/c8rp00035b>
- Tuvi-Arad, I., & Blonder, R. (2019). Technology in the Service of Pedagogy: Teaching with Chemistry Databases. *Israel Journal of Chemistry*, 59(6), 572–582. <https://doi.org/10.1002/ijch.201800076>
- Uygan, C., & Kurtuluş, A. (2016). Effects of Teaching Activities via Google Sketchup and Concrete Models on Spatial Skills of Preservice Mathematics Teachers. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCO MAT)*, 7(3), 510–510. <https://doi.org/10.16949/turkbilm.273993>
- Visser, T., Maaswinkel, T., Coenders, F., & McKenney, S. (2018). Writing Prompts Help Improve Expression of Conceptual Understanding in Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 95(8), 1331–1335. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.7b00798>
- Wuttiprom, S., Toeddhanya, K., Buachoom, A., & Wuttisela, K. (2017). Using Plickers Cooperate with Peer Instruction to Promote Students' Discussion in Introductory Physics Course. *Universal Journal of Educational Research*, 5(11), 1955–1961. <https://doi.org/10.13189/ujer.2017.051111>
- Zhang, M. W. B., & Ho, R. C. M. (2017). Smartphone applications for immersive virtual reality therapy for internet addiction and internet gaming disorder. *Technology and Health Care*, 25(2), 367–372. <https://doi.org/10.3233/THC-161282>

Zhou, Y., Tian, L., Zhu, C., Jin, X., & Sun, Y. (2020). Video Coding Optimization for Virtual Reality 360-Degree Source. *IEEE Journal of Selected Topics in Signal Processing*, 14(1), 118–129. <https://doi.org/10.1109/jstsp.2019.2957952>